

SOLUCIÓN DE ECUACIONES DE GRADO SUPERIOR MEDIANTE ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS Y EL USO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

Ricardo Ulloa Azpeitia, Ana Luisa Estrada Esquivel
Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma de Nayarit. (México)
Campo de investigación: Resolución de problemas. Nivel educativo: superior
Palabras clave: aprendizaje basado en problemas, objetos para el aprendizaje

Resumen

Con la investigación objeto de este reporte, se estudiaron los efectos que tiene una propuesta didáctica centrada en el enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y con empleo de Objetos para el Aprendizaje (LO), sobre el aprendizaje del tema ecuaciones de grado superior, por parte de alumnos de segundo de la Licenciatura en Matemática Educativa (LME) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN). La etapa de experimentación se llevó a cabo durante tres meses. Se empleó como marco teórico la teoría constructivista de Vygotsky. Para realizar la investigación, se diseñaron actividades de aprendizaje según la estructura del ABP, se elaboró una presentación en *Power Point* para ilustrar a los estudiantes sobre las características del ABP, un video construido en *Corel Photo Paint*, para visualizar el comportamiento de las raíces de la ecuación de segundo y tercer grado, se construyeron instrumentos para evaluación de los conocimientos adquiridos y se utilizó una opción de LO, elaborada por el Dr. Rafael Pantoja Rangel, catedrático de la Universidad de Guadalajara. Para efectos de determinar la significatividad de los resultados observados, se utilizó la prueba *t* de *student*, se encontró que el empleo de estrategias de ABP propicia mejores resultados de aprendizaje que el método tradicional.

Problema de investigación

El deficiente proceso de aprendizaje del tema de ecuaciones de grado superior, en el que se han observado resultados pobres cuando se han empleado métodos de enseñanza tradicional, por lo que se propuso estudiarlo mediante el enfoque ABP, con el empleo de LO diseñados específicamente, además de dar cuenta de la transformación indicada a raíz de la Reforma Universitaria, hacia el diseño curricular basado en competencias.

Objetivo

Evaluar los efectos que producen la propuesta ABP y el empleo de LO en el proceso de aprendizaje de los métodos de solución de ecuaciones de grado superior.

Meta

Adaptar LO construidos específicamente y probar sus efectos sobre el trabajo en el tema de ecuaciones de grado superior.

Objeto de estudio

El proceso de aprendizaje y aplicación de métodos para resolver ecuaciones de grado superior, por estudiantes de la LME, con el enfoque didáctico ABP y el empleo de LO.

Tipo de estudio

La investigación fue experimental, con grupo de control, la parte experimental se desarrolló a lo largo tres meses; se buscó determinar los efectos de la aplicación de la propuesta basada en la teoría definida previamente.

Muestra

Se trabajó con el grupo de segundo semestre del Programa de Licenciatura en Matemática Educativa, de la UAN. El grupo se dividió en dos subgrupos, cada uno se integró por 18 alumnos. En uno se aplicó la estrategia experimental y en el otro se aplicó el método tradicional.

Antecedentes

Pueden encontrarse numerosas referencias al respecto del empleo del enfoque ABP, de acuerdo a la Academia de Matemáticas y Ciencias (*Illinois Mathematics and Science Academy*, 2001), con el empleo del ABP, simultáneamente se desarrollan estrategias para solución de problemas, bases de conocimiento disciplinar y habilidades, mediante la ubicación de estudiantes en el papel de resolvedores de problemas enfrentados a problemas mal estructurados que reflejan la realidad.

En el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey se ha diseñado un Programa de Desarrollo de Habilidades Docentes, que es un proceso de trabajo y aprendizaje por parte de los profesores, cuya acreditación depende de productos concretos, su finalidad es formar al profesor en los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que se requieren para diseñar e implementar un curso utilizado en el modelo educativo vigente. En este programa se da prioridad a las técnicas didácticas de ABP, aprendizaje colaborativo y estudios de casos (Sola, 2005), pero no se ubicaron resultados específicos de su empleo.

No se encontró información sobre instituciones del Estado de Nayarit en donde se trabaje con la estrategia del aprendizaje basado en problemas, por lo que fue una investigación novedosa.

Justificación

Como parte del proceso de Reforma Universitaria iniciado, se concretó un rediseño curricular, que adoptó el modelo basado en competencias profesionales y como estrategia de enseñanza asociada, el aprendizaje basado en problemas.

Los resultados de investigaciones respecto al aprendizaje mediado por el uso de las nuevas tecnologías, han mostrado resultados prometedores con el empleo de objetos para el aprendizaje, por lo que resulta pertinente la adecuación de alternativas novedosas, que den cuenta del empleo de las nuevas tecnologías para apoyar el proceso de aprendizaje de los contenidos del tema ecuaciones de grado superior, que forma parte del curso de Álgebra Superior.

Pregunta principal

¿Cómo influye sobre el aprendizaje por parte de los estudiantes, el empleo de LO en la estrategia didáctica ABP?

Preguntas de investigación

1. ¿Cómo participan los alumnos en el proceso de aprendizaje y aplicación de métodos para resolver ecuaciones de grado superior?
2. ¿Cómo participan los maestros en el proceso de aprendizaje y aplicación de métodos para resolver ecuaciones de grado superior, por parte de los estudiantes del PAME?
3. ¿Cuáles son las dificultades de los alumnos del PAME al utilizar ABP?
4. ¿Cuáles son las dificultades de los maestros del PAME al utilizar ABP?

Sustento teórico

La investigación fue sustentada en la teoría constructivista de Vygotsky. En ella se sugiere que la interacción social conduce a cambios continuos en el pensamiento y el comportamiento puede variar de cultura a cultura, es decir, que el desarrollo depende de la interacción con la gente y las herramientas que el entorno proporciona, por lo que se buscó su presencia en el diseño de las actividades.

La elección de la estrategia de trabajo mencionada, también es apoyada por la concepción de zona del desarrollo próximo (ZPD), que Vygotsky (IVIC, 1999) define como aquella en la que un estudiante no puede hacer por sí solo una actividad, pero es capaz, si es ayudado por alguien con mayor conocimiento – aunque se considera que aún la interacción con compañeros del mismo nivel puede provocar aprendizajes potencialmente mejores a los que tendría al trabajar de manera aislada.

También se define la ZPD como la distancia entre el nivel actual de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz (Cascio, Hernández. y Duarte, 2005); una estrategia en donde se aplica lo anterior, es precisamente en el aprendizaje basado en problemas. El ABP es una estrategia de aprendizaje en la que tanto la adquisición de conocimiento, como el desarrollo de habilidades y actitudes resultan importantes; en el entorno del ABP, un grupo de alumnos se reúne, con el apoyo de un tutor, a analizar y resolver un problema seleccionado o diseñado especialmente para el logro de los objetivos de aprendizaje planteados. Logrando con esto, conciencia de la importancia de trabajar colaborativamente, desarrollo de habilidades de análisis y síntesis de información, así como el compromiso con su propio proceso de aprendizaje (Sola, 2005).

Con la estrategia de ABP se promueve el auto aprendizaje y la investigación, para lo que el estudiante requiere de apoyos, que esta investigación se utilizaron los LO que son recursos digitales que apoyan la educación y pueden reutilizarse constantemente (Enríquez, 2004). En esta investigación fueron utilizados dos LO, uno fue realizado por el investigador, el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado, en el que los estudiantes encontraron información que relaciona las gráficas dinámicas con la solución correspondiente y el otro LO utilizado, fue el construido por el Dr. Rafael Pantoja Rangel, catedrático de la UDG, en el que incluye métodos para resolver ecuaciones de grado superior (3° y 4° grado) que se encontraba en banco de LO de la Maestría en la Enseñanza de las Matemáticas del CUCEI.

Metodología

En la investigación se empleó un diseño experimental, sólo con post prueba, con grupo experimental y de control. A un grupo se aplicó la propuesta ABP y al otro el método tradicional; para analizar los datos numéricos se utilizó el estadístico *t-student* para muestras independientes y para el análisis de aspectos cualitativos se utilizaron cuestionarios, que fueron medidos con escalas de tipo Likert.

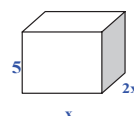
La variable dependiente fueron los resultados de aprendizaje, cualitativos y cuantitativos y la independiente fue la presencia o no del tratamiento experimental.

El diseño básico de la investigación corresponde al de grupo experimental con grupo de control y sólo posttest.

1. Se propuso la solución de un problema adecuado, que podía ser resuelto por diferentes vías, -un tanto equivalente a “mal estructurado”, como sugiere la teoría, bajo la supervisión de un facilitador/asesor.

2. Se asignó la solución de un cuestionario que sirvió de guía para evitar demasiada dispersión en la interpretación del problema.
 3. Se sugirió obtener los conocimientos e instrumentos de apoyo convenientes para la solución del problema en dos objetos para aprendizaje: (a) Visualización de funciones y (b) Solución de ecuaciones de grado superior.
 4. Se compararon las soluciones obtenidas del problema, para propiciar situaciones de interacción.
 5. Se solicitó responder las encuestas de autoevaluación y coevaluación.
 6. Se aplicó una evaluación de los conocimientos obtenidos.
- Presento una de las actividades:

ACTIVIDAD 1



Objetivos

- Identificar la parábola y sus raíces.
- Dar solución al problema
- Localizar espacios de aplicación de la raíces de la ecu

Problema 1

Una caja mide 5 cm. de altura y su ancho es el doble que el largo. Su volumen es de 1000 cm^3 . Calcule el largo y el ancho.

Primera sección: Interpretación

1. ¿De qué trata el problema?
2. ¿Cuáles son los datos que se tienen?
3. ¿Qué se pide?
4. ¿Cómo se encuentra el volumen de un prisma?

Segunda sección: De investigación

5. ¿Qué es una ecuación de segundo grado?
6. ¿Qué significa resolver una ecuación de segundo grado?
7. ¿Cuántas soluciones puede tener una ecuación de segundo grado?
8. ¿Cuántas formas de resolver una ecuación de segundo grado existen?
9. Grafica la función asociada a la ecuación que obtuviste y contesta:
 - a. ¿Que gráfica se genera?
 - b. Sobre que eje encuentras las raíces de la ecuación? ¿porque lo crees?

Tercera sección: Solución

10. ¿Cuál es la solución del problema planteado al inicio?

Cuarta sección: Aplicación

Inventa un problema que satisfaga la condición de cada uno de los incisos siguientes:

- a) Tenga raíces complejas
- b) Tenga raíces reales diferentes
- c) Tenga raíces múltiples

Para desarrollar el estudio se contó con la colaboración de dos profesoras, una utilizó el método tradicional y la otra utilizó la propuesta didáctica ABP.

Los tiempos que se tenían previstos no fueron suficientes para el grupo de experimentación, dado que se utilizó aproximadamente el doble de tiempo programado. Este hecho afecta la validez interna, pues en vez de sesiones de dos horas, se llegó a consumir cuatro horas, lo que ocasionó que se observara a los estudiantes cansados y hambrientos, lo que de acuerdo a la clasificación de Campbell y Stanley, es una invalidez de inestabilidad (Hernández, Fernández y Baptista, pag. 1991).

Hipótesis

H_1 : El empleo de estrategias de ABP propicia mejores resultados de aprendizaje cuantitativos (μ_2), para el tema de ecuaciones de grado superior. ($\mu_2 > \mu_1$)

μ_2 : Promedio de calificaciones de la población con la propuesta ABP

μ_1 : Promedio de calificaciones de la población con el método tradicional

H_0 : No son mejores los resultados de aprendizaje al emplear la estrategia propuesta. ($\mu_2 \leq \mu_1$).

Resultados

Los resultados que se obtuvieron fueron de dos tipos, de carácter cualitativo, producto de los cuestionarios de autoevaluación, evaluación al profesor y de observación; otros de carácter cuantitativo, resultado del examen que se aplicó a los grupos de control y experimental.

Del análisis estadístico que se realizó con la prueba t se tuvo que:

la $t_{calculada} = 1.71708$. Para encontrar la $t_{tabulada} = 1.6909$, se utilizó la tabla correspondiente, con 34 grados de libertad, con un $\alpha = 0.05$. Como $t_{calculada} > t_{tabulada}$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir, el empleo de estrategias de ABP propicia mejores resultados de aprendizaje cuantitativos.

Para obtener información de aspectos cualitativos, se aplicó un cuestionario cuyas preguntas fueron cuantificadas mediante una escala Likert, los aspectos que se tomaron en consideración fueron los que se proponen en el Modelo ABP, en el que se sugiere que se fomente la responsabilidad, el respeto y las habilidades de relación, de ayuda, de búsqueda y análisis de información y de iniciativa y el uso de LO. Se aplicaron 54 encuestas. Se concluyó que la estrategia didáctica ABP propicia la responsabilidad, el respeto, habilidades de relación, de ayuda, de búsqueda de información, de análisis de información y de iniciativa, dado que la evaluación de actitudes a estudiantes se inclinaron hacia las opciones “*siempre*” y “*algunas veces*”, y representan el 84% de las respuestas.

Conclusiones

- Como parte del trabajo realizado, se concluyó que si se lograron los objetivos y las metas, pues se adaptó un LO y construyó otro para que ser utilizados en las ecuaciones de grado superior y se evaluaron los efectos que produce la propuesta ABP y el empleo de LO en el proceso de aprendizaje de los métodos de solución de ecuaciones de grado superior. Se realizó un análisis cuantitativo y otro cualitativo.
- En los resultados que se obtuvieron del análisis estadístico se concluyó que *el empleo de estrategias de ABP al compararla con la tradicional propicia mejores resultados de aprendizaje para el tema de ecuaciones de grado superior.*
- Con el análisis de los aspectos cualitativos se encontró que el ABP fomenta la responsabilidad, el respeto y el desarrollo de habilidades sociales, como negociación de significados, compartición de ideas, de ayuda mutua, además de aquellas para búsqueda y análisis de información, así como de iniciativa.

- Se observó mejor motivación para trabajar en equipo, que con el enfoque tradicional.
- Se notó que a partir de la interacción, surge la necesidad de investigar para responder cuestiones planteadas por los mismos miembros de los equipos, para finalmente, dar solución a problemas específicos.
- En general, resultó una alternativa más eficiente para modificar y/o apoyar las labores de enseñanza y aprendizaje.
- La estrategia didáctica ABP representó un cambio positivo en el quehacer del profesor y del estudiante.
- Para los estudiantes, resultó más motivante la alternativa planteada por la interacción con sus compañeros, pues pasaron de guardar silencio, a participar en la construcción de sus conocimientos.
- Resultó problemático que los estudiantes de corte tradicional no asumen retos, ni hacen compromisos, dada la costumbre de que el profesor decida los conocimientos que necesita y la secuencia en que se estudian, por lo que tomar decisiones para resolver un problema, resultó un verdadero caos. Esto puede provocar desánimo, tanto del profesor, como de los demás estudiantes y se puede estimar que la estrategia no funciona.
- No menos importante fue el uso de LO, pues fue un extraordinario apoyo en la etapa de investigación. La secuencia y la objetividad del diseño de los LO fue un material clave para los estudiantes, porque los LO estaban diseñados de acuerdo con las necesidades de los estudiantes según se desprendió de experiencias previas.
- El trabajo con los objetos para aprendizaje propició un ambiente de motivación.
- De acuerdo a las experiencias obtenidas al aplicar la estrategia ABP, la búsqueda de información es la única etapa en donde podría disminuir la motivación de los estudiantes. Posteriormente, en la etapa de solución del problema, ya no se percibió algún motivo de desánimo.
- Otro punto importante de resaltar, es la autoevaluación. Cuando los estudiantes se ven en la necesidad de evaluar sus actitudes y valores, les parece interesante realizar una introspección y eso les resultó motivante. Se puede concluir que la autoevaluación no debe separarse del contexto educativo.

Referencias bibliográficas

- Cascio, F., Lluís, E., Raggi F. y Tomás, F. (1982). *Álgebra Superior* (6ª reimpresión). México: Ed. Trillas.
- Enriquez, L.L. Educación compartida. El nuevo Reto, 2004, parrafo 13. Consultado el 6 de octubre del 2004 en: <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2004/Enero/educa.html>
- Hernández, E., Fernández C. y Baptista P. (2003). *Metodología de la Investigación*. México: Ed. McGraw-Hill. Interamericana.
- Illinois Mathematics and Science Academy. (2001) . *What is problem based learning? Parrafo 4,5*. Consultado en septiembre de 2004, en: <http://www2.imsa.edu/programs/pbl/whatis/whatis/slide1.html>
- Ivic, I. (1999). Lev Semionovich Vygotsky (1896-1934). Revista Electrónica Educar y Aprender. El texto se publicó originalmente en Perspectivas: revista trimestral de educación comparada (París, UNESCO: Oficina Internacional de Educación), vol. XXIV, nos 3-4, 1994, págs. 773-799. ©UNESO: Oficina Internacional de Educación, 1999. Consultado en junio de 2004, en: <http://www.educar.org/articulos/Vygotsky.asp>

Sola, C. (2005, pag 31). *Aprendizaje basado en problemas. De la teoría a la práctica*. México: Ed. Trillas.